

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-218431

(43)Date of publication of application : 31.08.1989

(51)Int.Cl.

A61B 5/05
G01N 27/72
G01R 33/10

(21)Application number : 63-044814

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 26.02.1988

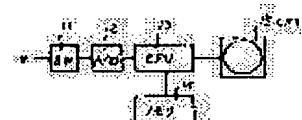
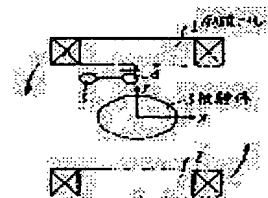
(72)Inventor : OKA SHOTARO

(54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING MAGNETIC SUBSTANCE DISTRIBUTION IN REAGENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the distribution of a magnetic substance through the measurement of a magnetic field by giving an external magnetic field to a reagent, measuring the distribution of a magnetic field change in a reagent vicinity to accompany the magnetic substance distribution in the reagent and data-processing the measured value.

CONSTITUTION: When a compensating coil 5 is fixed and a pick-up coil 4 is scanned in an (x) direction at a constant speed, an output signal V of a skid magnetometer is outputted in making the (x) direction distribution of the magnetic field change in the (x, y) position of the pick-up coil 4 into the function of a time. A sample and hold circuit 11 samples it for a fixed time, the sample is fetched through an A/D converter 12 to a CPU 13, and it is stored into a memory 14. Next, exciting coils 1 and 2 are rotated at fixed angles around a reagent 3, and a distribution P2(x, y) of the magnetic field change is obtained in the same way as above. A distribution P(l, m, n) of the magnetic field change extracted in such a way can be considered as the sum of the magnetic field change due to the magnetic substance distribution and the magnetic field change generated by a current (neural current) to flow in an organism. Next, the magnetic substance distribution is calculated from the distribution measuring value of the magnetic field change.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-218431

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月31日

A 61 B 5/05
G 01 N 27/72
G 01 R 33/10

A-7184-4C

6860-2G

6860-2G 審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 被験体内の磁性体分布を測定する方法及び装置

⑯ 特 願 昭63-44814

⑰ 出 願 昭63(1988)2月26日

⑱ 発 明 者 岡 正 太 郎 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所三条工場内

⑲ 出 願 人 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 武石 靖彦

明 細 書

1. 発明の名称

被験体内の磁性体分布を測定する方法及び装置

2. 特許請求の範囲

(1) 被験体に外部磁界を与え、被験体内の磁性体分布にともなう被験体近辺の磁界変化の分布を測定し、この測定値をデータ処理することにより被験体内の磁性体分布を測定する方法。

(2) 被験体に外部磁界を与える励磁コイルと、被験体の近くに配置された磁力計と、この磁力計により被験体内の磁性体分布にともなう磁界変化の分布を測定する手段と、磁界変化の分布測定値を受けて磁性体分布を算出し表示するデータ処理装置とを備えた被験体内の磁性体分布を測定する装置。

3. 発明の詳細な説明

(イ) 産業上の利用分野

本発明は人体等の被験体内の磁性体(例えば酸素ガス)の分布を測定して被験体の診断または検査を行うための磁性体分布を測定する方法及び装

置に関する。

(ロ) 従来技術

従来人体等の被験体内の物質の分布を磁気的に測定する装置としては核磁気共鳴イメージング装置が知られているが、測定可能な元素は水素等非常に限られた種類に過ぎない。

一方、人体からの磁気を測定して診断、検査を行う装置としては、例えば特開昭59-25726号に示されたような生体磁気測定装置が知られている。これは生体内を流れる電流(神経電流)が発生する微弱な磁界を測定するもので、スキッド磁力計が用いられている。

また、癌肺の診断等限られた用途ではあるが、人体内の残留磁界を測定する診断装置が知られている。これは肺の中に蓄積した鉄粉等の強磁性体を測定するもので、この強磁性体を磁化した後残留する磁界の量あるいはその(二次元)分布を体表面で測定する。磁力計にはやはりスキッド磁力計が用いられている。

(ハ) 解決すべき課題

特開平 1-218431 (2)

本発明は被験体内の物質の分布や化学結合状態をその物質の持つ磁性を利用して測定しようとするものである。即ち物質は強磁性体、常磁性体、反磁性体に分けられ、また常磁性体でも強さに差があるので、被験体内の磁性分布を測定すれば被験体内の物質の分布や化学結合状態がわかり、人体の診断等に有用である。

例えば人体の大部分は反磁性体の物質から成立っているが、酸素ガスは常磁性であり、血液中のヘモグロビンも常磁性であるが、動脈管中の赤血球内ではこれら2つの物質が結合して反磁性のオキシヘモグロビンとなっている。従って磁性分布を測定すれば酸素の吸収や代謝が求まり、また血流状態を知ることできる。

ところが上述の装置ではこの目的に応用することが困難であり、例えば上述の生体磁気測定装置は被験体から自然に発生する磁界を測定するものであるが、本発明が測定しようとする磁性体からは磁気信号が自然発生しないので、このような装置は用いることができず、また上記残留磁界測定

装置は比較的強い磁界が長く残留するような場合に磁性体の分布を二次元的に測定しているに過ぎず、残留磁界が短時間で消滅する場合には用いることができない。さらに、残留磁界の分布と磁性体の分布の間には相関があるものの、それらが互いに等しいのではなく、残留磁界の分布は磁性体の分布より広くなるとおられる。

本発明はこのような従来装置と異なり、磁界の測定を介して磁性体の(三次元)分布そのものを測定することを課題としている。

(二) 課題を解決するための手段

上記の課題を解決するため本発明においては、被験体に外部磁界を与え、被験体内の磁性体分布にともなう被験体近辺の磁界変化の分布を測定し、この測定値をデータ処理することにより被験体内の磁性体分布を測定する。

本発明の磁性体分布測定装置においては、被験体に外部磁界を与える励磁コイルと、被験体の近くに配置された磁力計と、この磁力計による磁界変化の分布測定値を受けて磁性体分布を算出し表

示するデータ処理装置を備える。磁界変化の分布は磁力計を被験体の近辺で走査するか、または磁力計を被験体の近くに複数個配列して測定する。

さらに好ましい本発明の実施例装置においては、被験体に外部磁界を与える励磁コイルと、この外部磁界の方向を変化させる手段と、被験体の近くに配置されたピックアップコイルを有するスキッド磁力計と、スキッド磁力計による磁界変化の分布測定値を受けて磁性体分布を算出し表示するデータ処理装置とを有する。磁界変化の分布はピックアップコイルを被験体の近辺で走査して測定するか、またはピックアップコイルを被験体の近くに配列し、各々のピックアップコイルを夫々スキッドに接続して複数のスキッド磁力計を設けることにより測定する。

(ホ) 作用

被験体に外部磁界を与えると、被験体内の磁性体の分布及び外部磁界の方向によって被験体の近辺の磁界の分布が変化する。この磁性体の分布と磁界変化の分布との間には何等かの関数関係があ

る。(この関数は外部磁界の方向によって変化すると考えられる。)従って、磁界変化の分布を測定することによって逆に磁性体の分布を計算できる。

(ヘ) 実施例

以下磁力計としてピックアップコイルを有するスキッド磁力計を用いた場合について説明する。

第1図、第2図及び第3図は本発明の一実施例の構成を示す。第1図(断面図)において1、2は励磁コイルで、図の上下方向に一樣な磁界(外部磁界)を発生しており、この一樣な外部磁界の中に被験体3(例えば肺)を置く。磁界分布測定の度に励磁コイル1、2は被験体3の回りに回転可能で、これにより外部磁界の方向が変化する。4は被験体3の近くに配置されたピックアップコイルで、被験体から少し離れた一樣な磁界(外部磁界)中に配置された補償コイル5と連結され、第2図に示すスキッド磁力計を構成している。被験体3は例えば肺であり、第1図はその体軸方向(z方向)に垂直な断面を示す。被験体の中心を

原点とし、図の水平方向にx軸、上下方向にy軸を設定する。ピックアップコイル4及び補償コイル5は実際にはz方向にn個配置する。(これらのピックアップコイルを41, 42, ……4N、補償コイルを51, 52, ……5Nとし、ピックアップコイル4及び補償コイル5はこれ等の代表と考える。当然これ等に接続されるスキッドもN個存在する。)

第2図はスキッド磁力計の構成を示す。4, 5は夫々上述のピックアップコイル及び補償コイルで、巻方が逆の方向となるよう接続され、結合部6を介してスキッド7と結合している。8は高周波源、9は整流増幅回路で結合部10を介してスキッド7と結合し、電圧出力Vを第3図のデータ処理装置に出力する。ピックアップコイル4、補償コイル5及びそれらの接続部分は超伝導材料で作られており、コイル4, 5をよこぎる磁束を打消す電流が流れようとする。従って全体を流れる電流はピックアップコイル4と補償コイル5の位置での磁界の差に比例し、被験体の近くの磁界の

ようにピックアップコイル4及び補償コイル5は実際にはz方向に多数配列されているので、各々のスキッド磁力計の出力信号から磁界変化の分布 $P_1(x, z)$ が得られる。次に励磁コイル1, 2を被験体3の回りに一定角回転し、上と同様にして磁界変化の分布 $P_2(x, z)$ を得る。以下同様にして励磁コイル1, 2が被験体3の回りに180度回転するまで繰返し、 $P_3(x, z)$, $P_4(x, z)$, …… $P_L(x, z)$ を得る。勿論x, zは飛び飛びの値でサンプリングされておりメモリ14に記憶されたデータは $P(l, m, n)$ ($l=1\sim L, m=1\sim M, n=1\sim N$)と表わせる。但しl, m, nは夫々励磁コイルの回転角, x, zに対応する。

このようにして採取した磁界変化の分布 $P(l, m, n)$ は磁性体分布による磁界変化と生体内を流れる電流(神経電流)が発生する磁界変化の和と考えられる。また地磁気などのノイズも含まれている。このような生体内電流の寄与及びノイズを除去するため、励磁コイル1, 2の電流を遮断

特開平1-218431(3)

乱れが測定される。ピックアップコイル4と補償コイル5の間の接続部分はフレキシブルなより線で、補償コイル5を固定してピックアップコイル4をx方向に走査(移動)できる。

第3図はデータ処理装置の構成図で、測定中スキッド磁力計の出力信号Vをサンプルホールド回路11, A/D変換器12を介して一定時間毎にCPU13に取込み、メモリ14に記憶する。測定終了後CPU13はメモリ14に記憶したデータを読み出し、以下で述べるようにして磁性体分布を算出しその断面の画像をCRT15に表示する。

次にデータ採取の手順を説明する。補償コイル5を固定してピックアップコイル4をx方向に定速で走査すると、スキッド磁力計の出力信号Vはピックアップコイル4の(y, z)位置での磁界変化のx方向分布を時間の関数として出力する。サンプルホールド回路11は一定時間毎にこれをサンプリングし、A/D変換器12を介してCPU13に取込み、メモリ14に記憶する。上述の

して上と同様に磁界変化の分布 $P^-(l, m, n)$ を測定し、これを $P(l, m, n)$ から差し引いて磁界変化分布を修正する。(修正後の磁界変化分布を新しく $P(l, m, n)$ とする。)

次に磁界変化の分布測定値から磁性体分布を算出する手順の一例を説明する。このような計算はCPU13とメモリ14を用いて行なえるが、計算速度を速くするために専用のハードウェアを設けてもよい。

まず予備実験等により任意の位置(x^-, y^-, z^-)に単位量の磁性体(例えば鉄1g)を置いた場合の磁界変化の分布を測定し、これを

$$G(u, v, w; l, m, n)$$

とする。但しu, v, wは整数で夫々 $1\sim U, 1\sim V, 1\sim W$ の値を取り、 x^-, y^-, z^- をデジタル化したものである。即ち上記 $G(u, v, w; l, m, n)$ は位置(u, v, w)に単位量の磁性体を置いた場合の磁界変化の値 $P(l, m, n)$ を表わす。

次に被験体について測定された磁界変化の分布

特開平1-218431(4)

$P(l, m, n)$ から磁性体分布 $F(u, v, w)$ を次のように計算予測する。

$$F(u, v, w) = \sum_l \sum_m \sum_n G(u, v, w; l, m, n) P(l, m, n) / (LMN)$$

次にこの磁性体分布 $F(u, v, w)$ を以下のような繰返し計算により修正する。

(1) 計算された磁性体分布 $F(u, v, w)$ が正しいか否かを次のような計算で判定する。

$$P^-(l, m, n) = \sum_u \sum_v \sum_w F(u, v, w) \times G(u, v, w; l, m, n)$$

もし全ての l, m, n について P と P^- の差が小さいときは磁性体分布 $F(u, v, w)$ が正しく求めたと判断し、計算を終了するが、そうでない場合は次のステップへ進む。

(2) P と P^- の差を計算する。

$$\Delta P(l, m, n) = P(l, m, n) - P^-(l, m, n)$$

(3) P と P^- の差から磁性体分布 $F(u, v, w)$ の誤差 $\Delta F(u, v, w)$ を次のように計算する。

$$\Delta F(u, v, w) = \sum_l \sum_m \sum_n G(u, v, w; l, m, n) \Delta P(l, m, n) / (LMN)$$

(4) $F(u, v, w) + \Delta F(u, v, w)$ を計算し、これを新しく $F(u, v, w)$ と置き換えて(1)に戻る。

以上の計算により被験体内の三次元磁性体分布が正しく求まる。勿論、ピックアップコイルの数や磁性体分布計算の制限によって二次元(断面)の分布となることもある。また、磁性体が(体軸に平行な)ある断面上に分布していると仮定してこの断面上の分布を求める場合には、外部磁界の方向を変化させることは必要ではない。この場合、1方向の外部磁界のもとで磁界変化の分布 $P(m, n)$ を測定し、二次元の磁性体分布 $F(u, w)$ を上と同様の計算(但し l に関する積算等は必要)によって求める。

以上は本発明の1つの実施例に過ぎず、装置構成は第1図、第2図及び第3図に示したものの他に被験体の近くに多数(x, z)方向に配列されたピックアップコイルを含む複数のスキッド磁力

計から直接磁界変化の(x, z)分布を得るようにしてもよい。また、補償コイル5は磁界の変化分が磁界の平均値に比べて比較的大きい場合等には省略できる。外部磁界の方向を変化させる方法も、励磁コイルを被験体の回りに回転させる以外に、被験体の向きを少しずつ変化させるようにしてもよい。さらに、以上では外部磁界を加えたまま磁界変化の分布を測定したが、残留磁界が比較的強い場合には、励磁コイルの電流を回転の度に遮断し、遮断直後の磁界を測定してもよい。

(ト) 効果

本発明によると被験体内の物質の分布や化学結合状態をその物質の持つ磁性を利用して測定することができ、診断等に有用な装置が提供される。

本発明の装置を利用すれば、例えば酸素ガス(O_2)やヘモグロビンが比較的強い常磁性を持つこと及び酸素がヘモグロビンと結合すると磁性が変化することを利用して肺や脳中の酸素の分布、代謝や血流状態を測定することも可能である。勿論、鉄粉等強磁性体の三次元分布の測定による肺

肺の精密診断にも応用可能である。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図及び第3図は本発明の一実施例を示す構成図である。

- 1, 2……励磁コイル 3……被験体
- 4……ピックアップコイル
- 5……補償コイル 7……スキッド
- 9……整流増幅回路
- 11……サンプルホールド回路
- 12……A/D変換器 13……CPU
- 14……メモリ 15……CRT

特許出願人 株式会社 島津製作所
代理人 弁護士 武石靖彦

特開平1-218431(5)

